

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013968429 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2001-452642/200149

XRPX Acc No: N01-335068

Method for operating a fuel injection system with a pressure regulator valve and an injection valve uses a proportional magnetic valve to control pressure in a vehicle's fuel supply by triggering two constant triggering frequencies.

Patent Assignee: DAIMLERCHRYSLER AG (DAIM )

Inventor: BAUMANN J; KLUG A; PADUTSCH P; SPRINGER U

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
-----------	------	------	-------------	------	------	------

DE 19963153	A1	20010705	DE 1063153	A	19991224	200149 B
-------------	----	----------	------------	---	----------	----------

Priority Applications (No Type Date): DE 1063153 A 19991224

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

DE 19963153	A1		7	F16K-031/02	
-------------	----	--	---	-------------	--

Abstract (Basic): DE 19963153 A1

NOVELTY - A proportional magnetic valve (PMV) (1) for controlling pressure in a vehicle's fuel supply is triggered reversibly by two constant triggering frequencies, whose frequency value differs from the operating frequency of the PMV. Allowance in the constant triggering frequency of the PMV is made by relying on the ratio between the momentary triggering frequency of one of the consumers and the constant operating frequency of the PMV.

USE - In vehicle fuel injection systems.

ADVANTAGE - This method offers a simple, cost-effective means of concomitant, pulsed triggering of the proportional magnetic valve and one or more consumers influenced by a supply voltage through a common connection wire to a vehicle's battery (4).

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a basic circuit diagram of a system with a proportional magnetic valve and a consumer.

Proportional magnetic valve (1)

Vehicle battery (4)

pp; 7 DwgNo 1/2

Title Terms: METHOD; OPERATE; FUEL; INJECTION; SYSTEM; PRESSURE; REGULATE; VALVE; INJECTION; VALVE; PROPORTION; MAGNETIC; VALVE; CONTROL; PRESSURE; VEHICLE; FUEL; SUPPLY; TRIGGER; TWO; CONSTANT; TRIGGER; FREQUENCY

Derwent Class: Q51; Q66; X22

International Patent Class (Main): F16K-031/02

International Patent Class (Additional): F01L-009/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): X22-A03A1

?



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 63 153 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 K 31/02**  
F 01 L 9/04

②① Aktenzeichen: 199 63 153.0  
②② Anmeldetag: 24. 12. 1999  
④③ Offenlegungstag: 5. 7. 2001

DE 199 63 153 A 1

⑦① Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Baumann, Jörg, Dipl.-Ing.(FH), 90556 Cadolzburg, DE;  
Klug, Andreas, Dipl.-Ing.(FH), 71672 Marbach, DE;  
Padutsch, Peter, Dipl.-Ing., 90429 Nürnberg, DE;  
Springer, Ulrich, Dipl.-Ing., 70597 Stuttgart, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 37 29 183 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zum Betrieb eines Systems

⑤⑦ Vorgeschlagen wird ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur gleichzeitigen getakteten Ansteuerung eines Proportionalventils und mindestens eines Verbrauchers, die über eine gemeinsame Verbindungsleitung mit einer Versorgungsspannung beaufschlagt werden. Hierzu wird das Proportionalventil umschaltbar mit zwei konstanten Ansteuerfrequenzen angesteuert, deren Frequenzwert von der Betriebsfrequenz des Proportionalventils differiert. Die Vorgabe der jeweiligen konstanten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils erfolgt in Abhängigkeit des Verhältnisses der momentanen Ansteuerfrequenz des mindestens einen Verbrauchers zur konstanten Betriebsfrequenz des Proportionalventils. Verfahren zum Betrieb eines Einspritzsystems mit einem Druckregelventil und einem Einspritzventil.

DE 199 63 153 A 1

Systeme mit Proportionalventilen (Magnetventilen) werden in vielen Anwendungsgebieten eingesetzt, bsp. im Kraftfahrzeugbereich in Steuergeräten oder Endstufen zur Realisierung bestimmter Betriebsfunktionen. Diese Proportionalventile bestehen in der Regel aus einem Elektromagneten (einer Spule) und einem beweglichen Anker, wobei die mit dem Elektromagneten erzeugte und den Anker bewegende magnetische Feldstärke proportional zum Strom durch den Elektromagneten (die Spule) ist. Oftmals ist es erforderlich, dem Proportionalventil einen bestimmten magnetischen Fluß und damit eine bestimmte magnetische Feldstärke aufzuprägen; hierzu muß durch das Proportionalventil ein Strom mit einer bestimmten vorgegebenen Stromstärke fließen. Zur Realisierung variabler Ströme und damit variabler magnetischer Feldstärken wird das Proportionalventil getaktet mittels Ansteuerpulsen angesteuert (bsp. mittels Pulsweitenmodulation PWM), indem bei einer konstanten Ansteuerfrequenz (konstante Periodendauer einer Ansteuerperiode) ein bestimmtes Tastverhältnis (Verhältnis von Pulsdauer zur Pulspause bzw. von Pulsdauer zur Periodendauer der Ansteuerperiode) vorgegeben wird und somit durch Variation der Pulsdauer der Stromfluß durch das Proportionalventil eingestellt wird.

Die Systeme können außer diesen Proportionalventilen Komponenten (Verbraucher) zur Steuerung weiterer Funktionseinheiten aufweisen, bsp. als Ventile ausgebildete Aktoren. In vielen Anwendungsfällen werden auch diese Verbraucher des Systems mit Ansteuerpulslen angesteuert, wobei hierbei die Ansteuerfrequenz variiert wird (Variation der Wiederholfrequenz der Ansteuerpulse bzw. der Periodendauer der Ansteuerpulse), während die Pulsdauer der Ansteuerpulse konstant gehalten wird. Proportionalventil und Verbraucher des Systems werden in der Regel gleichzeitig mittels Ansteuerpulslen angesteuert. Falls das Proportionalventil und die Verbraucher des Systems über eine gemeinsame Verbindungsleitung mit der Versorgungsspannung (Betriebsspannung) des Systems versorgt werden, können bei einer Variation der variablen Ansteuerfrequenz bei verschiedenen Frequenzen bzw. in verschiedenen Frequenzbereichen über die gemeinsame Verbindungsleitung Resonanzeffekte (Schwebungen) entstehen, die sich aufgrund von Leitungswiderständen bzw. Innenwiderständen von Bauteilen des Systems negativ auf den Stromfluß durch das Proportionalventil und damit störend auf die Systemeigenschaften auswirken können bzw. zu Instabilitäten des Systems führen können. Als Abhilfe kann eine elektrische Entkopplung der Stromkreise von Proportionalventil und Verbraucher mittels separater Verbindungsleitungen zur Versorgungsspannungsquelle des Systems hin vorgenommen werden, was jedoch mit Aufwand und Kosten verbunden ist und/oder wegen des hiermit verbundenen Platzbedarfs oftmals nicht möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betrieb eines Systems gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, mit dem ein störungsfreier und stabiler Betrieb des Systems auf einfache und kostengünstige Weise realisiert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens ergeben sich aus den weiteren Patentansprüchen.

Beim vorgestellten Verfahren wird das Proportionalventil mit zwei konstanten Ansteuerfrequenzen umschaltbar angesteuert; die jeweilige Ansteuerfrequenz des Proportionalventils wird in Abhängigkeit des Verhältnisses der variablen Betriebsfrequenz der Verbraucher zur konstanten (ge-

wünschten) Betriebsfrequenz des Proportionalventils vorgegeben. Vorzugsweise besitzt die erste konstante Ansteuerfrequenz des Proportionalventils einen höheren Frequenzwert als die konstante Betriebsfrequenz des Proportionalventils und die zweite konstante Ansteuerfrequenz des Proportionalventils einen niedrigeren Frequenzwert als die konstante Betriebsfrequenz des Proportionalventils. Für die Betriebsfrequenz und für beide Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils ergeben sich frequenzabhängige Resonanzstellen bezüglich der variablen Betriebsfrequenz des mindestens einen Verbrauchers, falls das Teilverhältnis zwischen der konstanten (gewünschten) Betriebsfrequenz des Proportionalventils und der variablen Betriebsfrequenz der Verbraucher bzw. zwischen den beiden Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils und der variablen Betriebsfrequenz der Verbraucher einen ganzzahligen Wert annimmt. Für bestimmte aufeinanderfolgende Resonanzstellen (d. h. für bestimmte aufeinanderfolgende Ordnungen der Resonanz) wird für die beiden Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils ein Resonanzbereich (Schwebungsbereich) mit einem bestimmten Frequenzband festgelegt; bei einer Variation der Ansteuerfrequenz des mindestens einen Verbrauchers wird beim Erreichen eines Resonanzbereichs der momentan gewählten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils die Ansteuerfrequenz des Proportionalventils auf die jeweils andere Ansteuerfrequenz umgeschaltet, d. h.: falls als Ansteuerfrequenz des Proportionalventils die erste Ansteuerfrequenz vorgegeben wird und die Ansteuerfrequenz des mindestens einen Verbrauchers einen Resonanzbereich der ersten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils erreicht, wird von der ersten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils auf die zweite Ansteuerfrequenz des Proportionalventils umgeschaltet, falls als Ansteuerfrequenz des Proportionalventils die zweite Ansteuerfrequenz vorgegeben wird und die Ansteuerfrequenz des mindestens einen Verbrauchers einen Resonanzbereich der zweiten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils erreicht, wird von der zweiten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils auf die erste Ansteuerfrequenz des Proportionalventils umgeschaltet.

Die Frequenzdifferenzen zwischen der ersten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils und der (gewünschten) Betriebsfrequenz des Proportionalventils sowie zwischen der zweiten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils und der (gewünschten) Betriebsfrequenz des Proportionalventils und die Frequenzbänder der Resonanzbereiche (die Breiten der Frequenzbereiche) für die beiden Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils werden so gewählt, daß sich einerseits die beiden einer bestimmten Resonanzstelle zugeordneten Resonanzbereiche der beiden Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils für alle in Betracht gezogenen Resonanzstellen (insbesondere für alle Einflüsse auf die Systemeigenschaften bzw. das Systemverhalten zeitigenden Ordnungen der Resonanz) nicht überschneiden und daß andererseits die beiden Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils nicht zu stark von der gewünschten Betriebsfrequenz des Proportionalventils differieren, so daß die Systemeigenschaften während der Ansteuerung des Proportionalventils mit den beiden Ansteuerfrequenzen nicht beeinträchtigt werden. Vorzugsweise werden die beiden Frequenzdifferenzen zwischen der ersten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils und der (gewünschten) Betriebsfrequenz des Proportionalventils sowie zwischen der zweiten Ansteuerfrequenz des Proportionalventils und der (gewünschten) Betriebsfrequenz des Proportionalventils gleich groß gewählt. Für die Resonanzstelle einer bestimmten Ordnung werden die beiden Frequenzbänder der beiden Resonanzbereiche (d. h. die Breite der "verbotenen" Frequenzbereiche für die beiden Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils annähernd

gleich groß gewählt; vorzugsweise wird für die Resonanzstelle einer bestimmten Ordnung das erste Frequenzband des Resonanzbereichs für die erste Ansteuerfrequenz des Proportionalventils gleich groß wie das zweite Frequenzband des Resonanzbereichs für die zweite Ansteuerfrequenz des Proportionalventils gewählt. Für die Resonanzstellen verschiedener Ordnung werden die Frequenzbänder für die Resonanzbereiche vorzugsweise unterschiedlich gewählt, d. h. die Frequenzbänder der Resonanzbereiche (die Breite der "verbotenen" Frequenzbereiche) für die erste Ansteuerfrequenz des Proportionalventils differieren von Resonanzstelle zu Resonanzstelle (von Ordnung zu Ordnung der Resonanz) und die Frequenzbänder der Resonanzbereiche (die Breite der "verbotenen" Frequenzbereiche) für die zweite Ansteuerfrequenz des Proportionalventils differieren von Resonanzstelle zu Resonanzstelle (von Ordnung zu Ordnung der Resonanz).

Die durch Ansteuerpulse realisierte Ansteuerung des Proportionalventils kann für beide Ansteuerfrequenzen des Proportionalventils mittels Pulsweitenmodulation mit einer variablen Pulsdauer und einer konstanten Ansteuerperiode (und damit konstanten Ansteuerfrequenz) erfolgen, die durch Ansteuerpulse realisierte Ansteuerung des mindestens einen Verbrauchers mittels Impulsansteuerung mit einer konstanten Pulsdauer und einer variablen Ansteuerperiode (variable Ansteuerfrequenz).

Aufgrund der beschriebenen getakteten Ansteuerung des Proportionalventils mittels zweier konstanter umschaltbarer Ansteuerfrequenzen kann vorteilhafterweise ein störungsfreier und rückwirkungsfreier Betrieb des Systems ohne aufwendige und kostspielige elektrische Entkopplung von Proportionalventil und Verbrauchern realisiert werden.

Die Erfindung soll nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der Zeichnung beschrieben werden.

In der Fig. 1 ist ein Prinzipschaltbild des Systems mit einem Proportionalventil und einem Verbraucher, in der Fig. 2 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung der Funktionsweise und des zeitlichen Ablaufs des Verfahrens dargestellt.

Gemäß der Fig. 1 ist beispielsweise ein Einspritzsystem für Kraftfahrzeuge mit einem Magnetventil als Druckregelventil 1 zur Druckregelung der Kraftstoffversorgung des Kraftfahrzeugs und einem Einspritzventil 2 zur Injektion von Kraftstoff in den Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine dargestellt, wobei Druckregelventil 1 und Einspritzventil 2 über eine gemeinsame Verbindungsleitung 3 mit der als Versorgungsspannungsquelle fungierenden Batterie 4 des Kraftfahrzeugs verbunden sind (Batteriespannung als Versorgungsspannung  $U_B$  bsp. 12 V). Druckregelventil 1 und Einspritzventil 2 werden getaktet mittels Impulsansteuerung durch Rechteckpulse angesteuert: für das mittels Pulsweitenmodulation PWM angesteuerte Druckregelventil 1 (Frequenz  $f_1$ ) wird eine konstante Betriebsfrequenz  $f_{1B}$  von bsp. 1 kHz und eine variable Pulsdauer und damit ein variables Tastverhältnis (als Verhältnis von Pulsdauer zur Pulspause bzw. von Pulsdauer zur Periodendauer der Ansteuerperiode) vorgegeben und über eine Variation des Tastverhältnisses ein variabler Strom  $I_1$  durch das Druckregelventil 1 eingestellt (bsp. im Bereich von 0.5 A bis 3.0 A); für das mittels Impulsansteuerung IAN angesteuerte Einspritzventil 2 (Frequenz  $f_2$ ) wird in Abhängigkeit der Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine eine variable Betriebsfrequenz  $f_{2B}$  und eine vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine abhängige Pulsdauer vorgegeben und eine Bestromung des Einspritzventils 2 mit konstanten Ansteuerströmen  $I_2$  von ca. 20 A synchron zur Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine vorgegeben (bsp. erfolgt eine Bestromung des Einspritzventils 2 bei einer Variation des Kurbelwellendrehwinkels der

Brennkraftmaschine von jeweils 90°).

Problematisch bei der gleichzeitigen getakteten Ansteuerung von Druckregelventil 1 und Einspritzventil 2 ist das Zusammentreffen einer Ansteuerphase (Einschaltphase) des Druckregelventils 1 mit einer Ansteuerphase (Einschaltphase) des Einspritzventils 2 und die hierdurch entstehenden Resonanzeffekte (Schwebungen): aufgrund des hohen Strombedarfs des Einspritzventils 2 während der Ansteuerphase sinkt die Batteriespannung  $U_B$  des Kraftfahrzeugs deutlich ab (v. a. infolge von Innen- und Leitungswiderständen); hierdurch steht dem Druckregelventil 1 für dessen Ansteuerphase nur eine gegenüber der Batteriespannung  $U_B$  verringerte Spannung zur Verfügung, wodurch der resultierende Strom  $I_1$  durch das Druckregelventil 1 unter den gewünschten Vorgabewert sinkt, was negative Auswirkungen auf den Kraftstoffdruck zur Folge hat (insbesondere schwankt der Kraftstoffdruck mit der Frequenzdifferenz der Ansteuerphasen von Druckregelventil 1 und Einspritzventil 2). Diese Resonanzeffekte ergeben sich bei bestimmten Drehzahlen  $n$  der Brennkraftmaschine aufgrund der Synchronie der Betriebsfrequenz  $f_{1B}$  des Druckregelventils 1 und der variablen, an die Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine gekoppelten Ansteuerfrequenz  $f_2$  (= Betriebsfrequenz  $f_{2B}$ ) des Einspritzventils 2: Resonanzstellen  $f_R$  verschiedener Ordnung  $i$  treten auf, wenn die Betriebsfrequenz  $f_1$  des Druckregelventils 1 ein ganzzahliges Vielfaches  $i$  der Ansteuerfrequenz  $f_2$  (Betriebsfrequenz  $f_{2B}$ ) des Einspritzventils 2 ist:  $f_{1B} = i \cdot f_2$  bzw.  $f_{1B} = i \cdot f_{2B}$ , wobei  $i$  die Ordnung der Resonanz bestimmt. Bsp. liegen die Resonanzstellen  $f_R$  bei den obigen Zahlenwerten von  $f_1 = 1$  kHz bei 250 Hz (4. Ordnung der Resonanz), 200 Hz (5. Ordnung der Resonanz), 167 Hz (6. Ordnung der Resonanz), 143 Hz (7. Ordnung der Resonanz), 125 Hz (8. Ordnung der Resonanz) etc. Bei einer Brennkraftmaschine mit 8 Zylindern ergeben sich bei einer Variation der Ansteuerfrequenz  $f_2$  (= Betriebsfrequenz  $f_{2B}$ ) des Einspritzventils 2 Resonanzstellen  $f_R$  für die Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine gemäß der Beziehung:

$$n = f_2 / k \cdot 60 \text{ min}^{-1} \\ (k = \text{Anzahl der Einspritzvorgänge pro Umdrehung});$$

bei einer Variation der Ansteuerfrequenz  $f_2$  ergeben sich bei einer in 4 Arbeitstakten betriebenen Brennkraftmaschine ( $k = 4$ , d. h. bei einer Bestromung des Einspritzventils 2 bei einer Variation des Kurbelwellendrehwinkels der Brennkraftmaschine von jeweils 90°) hierdurch Resonanzen bei folgenden Drehzahlen  $n$  der Brennkraftmaschine wobei: 4. Ordnung ( $f_2 = 250$  Hz) bei  $n = 3750 \text{ min}^{-1}$ , 5. Ordnung ( $f_2 = 200$  Hz) bei  $n = 3000 \text{ min}^{-1}$ , 6. Ordnung ( $f_2 = 167$  Hz) bei  $n = 2500 \text{ min}^{-1}$ , 7. Ordnung ( $f_2 = 143$  Hz) bei  $n = 2143 \text{ min}^{-1}$ , 8. Ordnung ( $f_2 = 125$  Hz) bei  $n = 1875 \text{ min}^{-1}$  etc.

Gemäß dem Zeitdiagramm der Fig. 2 wird für die Ansteuerung des Druckregelventils 1 mit einer konstanten Betriebsfrequenz  $f_{1B}$  des Druckregelventils 1 von bsp. 1 kHz eine erste konstante Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  mit einer höheren Frequenz (bsp.  $f_{10} = 1.04$  kHz) als die konstante Betriebsfrequenz  $f_1$  des Druckregelventils 1 und eine zweite konstante Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  mit einer niedrigeren Frequenz (bsp.  $f_{1u} = 0.96$  kHz) als die konstante Betriebsfrequenz  $f_1$  des Druckregelventils 1 vorgegeben; d. h. sowohl die Frequenzdifferenz  $\Delta f_{10}$  zwischen der ersten konstanten Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  des Druckregelventils 1 und der Betriebsfrequenz  $f_{1B}$  des Druckregelventils 1 als auch die Frequenzdifferenz  $\Delta f_{1u}$  zwischen der zweiten konstanten Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  des Druckregelventils 1 und der Betriebsfrequenz  $f_{1B}$  des Druckregelventils 1 beträgt 40 Hz.

Für jede Einflüsse auf das Einspritzsystem zeitigende Re-

sonanzstelle  $f_R$  wird in Abhängigkeit der Resonanzbeziehung  $f_{10} = i \cdot f_2$  bzw.  $f_{1u} = i \cdot f_2$  für die erste Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  des Druckregelventils 1 ein erster Resonanzbereich  $R_{Bo}$  ("verbotener" Frequenzbereich für die erste Ansteuerfrequenz  $f_{10}$ ) und für die zweite Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  des Druckregelventils 1 ein zweiter Resonanzbereich  $R_{Bu}$  ("verbotener" Frequenzbereich für die zweite Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$ ) festgelegt. Bsp. beträgt die Breite der Frequenzbänder  $\Delta f_{Ro}$  der ersten Resonanzbereiche  $R_{Bo}$  für die erste Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  des Druckregelventils 1 bei der 5. Ordnung der Resonanz 11 Hz und bei der 6. Ordnung der Resonanz 9 Hz, die Breite der Frequenzbänder  $\Delta f_{Ru}$  der zweiten Resonanzbereiche  $R_{Bu}$  für die zweite Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  des Druckregelventils 1 bei der 4. Ordnung der Resonanz 12 Hz und bei der 5. Ordnung der Resonanz 11 Hz.

Bei einer Änderung der Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine ändert sich die an diese Drehzahl  $n$  gekoppelte Ansteuerfrequenz  $f_2$  des Einspritzventils 2: gemäß der Kurve (a) der Fig. 2 wird die Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine und damit die Ansteuerfrequenz  $f_2$  (= Betriebsfrequenz  $f_{2B}$ ) des Einspritzventils 2 kontinuierlich erhöht (Beschleunigungsvorgang), gemäß der Kurve (b) der Fig. 2 wird die Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine und damit die Ansteuerfrequenz  $f_2$  (= Betriebsfrequenz  $f_{2B}$ ) des Einspritzventils 2 kontinuierlich erniedrigt (Abbremsvorgang). Beim Erreichen eines Resonanzbereichs  $RB$  durch die Ansteuerfrequenz  $f_2$  des Einspritzventils 2 wird die aktuell vorgegebene Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  bzw.  $f_{1u}$  des Druckregelventils 1 auf die jeweils andere Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  bzw.  $f_{10}$  des Druckregelventils 1 umgeschaltet; bsp. wird bei einer kontinuierlichen Erniedrigung der Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine von der 3. Ordnung der Resonanz (d. h. von hohen Drehzahlen  $n$  bzw. hohen Ansteuerfrequenzen  $f_2$  des Einspritzventils 2 her kommend) gemäß der Kurve (b) der Fig. 2 zunächst die zweite Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  für das Druckregelventil 1 vorgegeben, beim Erreichen des zweiten Resonanzbereichs  $R_{Bu}$  für die 4. Ordnung der Resonanz wird auf die erste Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  des Druckregelventils 1 umgeschaltet, beim Erreichen des ersten Resonanzbereichs  $R_{Bo}$  für die 5. Ordnung der Resonanz wird auf die zweite Ansteuerfrequenz  $f_{1u}$  des Druckregelventils 1 umgeschaltet, beim Erreichen des zweiten Resonanzbereichs  $R_{Bu}$  für die 5. Ordnung der Resonanz wird wieder auf die erste Ansteuerfrequenz  $f_{10}$  des Druckregelventils 1 umgeschaltet usw.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Systems, bei dem ein Proportionalventil (1) und mindestens ein Verbraucher (2) mittels Ansteuerpulsen gleichzeitig angesteuert werden, bei dem dem Proportionalventil (1) eine konstante Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) und dem mindestens einen Verbraucher (2) eine variable Betriebsfrequenz ( $f_{2B}$ ) zugeordnet wird, und bei dem das Proportionalventil (1) und der mindestens eine Verbraucher (2) über eine gemeinsame Verbindungsleitung (3) mit einer Versorgungsspannungsquelle (4) verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Proportionalventil (1) zwei von der konstanten Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) des Proportionalventils (1) differierende konstante Ansteuerfrequenzen ( $f_{10}$ ,  $f_{1u}$ ) zugeordnet werden, und daß das Proportionalventil (1) in Abhängigkeit des Verhältnisses der momentanen Ansteuerfrequenz ( $f_2$ )

des mindestens einen Verbrauchers (2) zur konstanten Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) des Proportionalventils (1) wahlweise mit einer der beiden konstanten Ansteuerfrequenzen ( $f_{10}$ ,  $f_{1u}$ ) angesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Resonanzstellen ( $f_R$ ) verschiedener Ordnung ( $i$ ) bestimmt werden, bei denen das Teilverhältnis zwischen der konstanten Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) des Proportionalventils (1) und der variablen Ansteuerfrequenz ( $f_2$ ) des mindestens einen Verbrauchers (2) einen ganzzahligen Wert annimmt,

daß das Proportionalventil (1) entweder mit einer ersten konstanten Ansteuerfrequenz ( $f_{10}$ ) mit einem höheren Frequenzwert als die konstante Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) des Proportionalventils (1) oder mit einer zweiten konstanten Ansteuerfrequenz ( $f_{1u}$ ) mit einem niedrigeren Frequenzwert als die konstante Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) des Proportionalventils (1) angesteuert wird,

daß für die Resonanzstellen ( $f_R$ ) bestimmter Ordnungen ( $i$ ) der ersten konstanten Ansteuerfrequenz ( $f_{10}$ ) des Proportionalventils (1) ein erster Resonanzbereich ( $R_{Bo}$ ) mit einem ersten Frequenzband ( $\Delta f_{Ro}$ ) und der zweiten konstanten Ansteuerfrequenz ( $f_{1u}$ ) des Proportionalventils (1) ein zweiter Resonanzbereich ( $R_{Bu}$ ) mit einem zweiten Frequenzband ( $\Delta f_{Ru}$ ) zugeordnet wird,

und daß bei einer Variation der Ansteuerfrequenz ( $f_2$ ) des mindestens einen Verbrauchers (2) beim Erreichen eines der Resonanzbereiche ( $R_{Bo}$ ,  $R_{Bu}$ ) der konstanten Ansteuerfrequenz ( $f_{10}$ ,  $f_{1u}$ ) des Proportionalventils (1) die konstante Ansteuerfrequenz ( $f_{10}$ ,  $f_{1u}$ ) des Proportionalventils (1) auf die jeweils andere konstante Ansteuerfrequenz ( $f_{1u}$ ,  $f_{10}$ ) des Proportionalventils (1) umgeschaltet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Frequenzdifferenzen ( $\Delta f_{10}$ ,  $\Delta f_{1u}$ ) zwischen den beiden konstanten Ansteuerfrequenzen ( $f_{10}$ ,  $f_{1u}$ ) des Proportionalventils (1) und der konstanten Betriebsfrequenz ( $f_{1B}$ ) des Proportionalventils (1) gleich groß gewählt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß für die Resonanzstelle ( $f_R$ ) einer bestimmten Ordnung ( $i$ ) die Frequenzbänder ( $\Delta f_{Ro}$ ,  $\Delta f_{Ru}$ ) der beiden Resonanzbereiche ( $R_{Bo}$ ,  $R_{Bu}$ ) annähernd gleich groß gewählt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die Resonanzstellen ( $f_R$ ) verschiedener Ordnung ( $i$ ) die Frequenzbänder ( $\Delta f_{Ro}$ ,  $\Delta f_{Ru}$ ) der Resonanzbereiche ( $R_{Bo}$ ,  $R_{Bu}$ ) unterschiedlich gewählt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Proportionalventil (1) mittels Pulsweitenmodulation (PWM) mit einer variablen Pulsdauer und der mindestens eine Verbraucher (2) mittels Impulsansteuerung (IAN) mit einer konstanten Pulsdauer angesteuert werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zum Betrieb eines Einspritzsystems für Kraftfahrzeuge.

8. Verfahren nach Anspruch 7 zur gleichzeitigen Ansteuerung eines Magnetventils (1) zur Druckregelung der Kraftstoffversorgung und eines Einspritzventils (2) zur Kraftstoffeinspritzung in den Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine des Kraftfahrzeugs.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der mindestens eine Verbraucher (2) mit einer vom Betriebszustand der Brennkraftmaschine ab-

hängigen Pulsdauer angesteuert wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

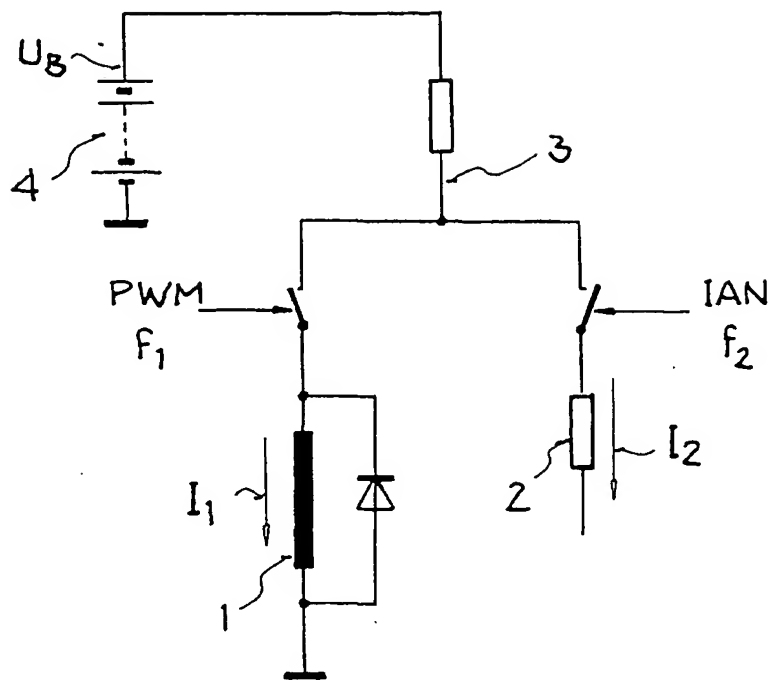


FIG.1



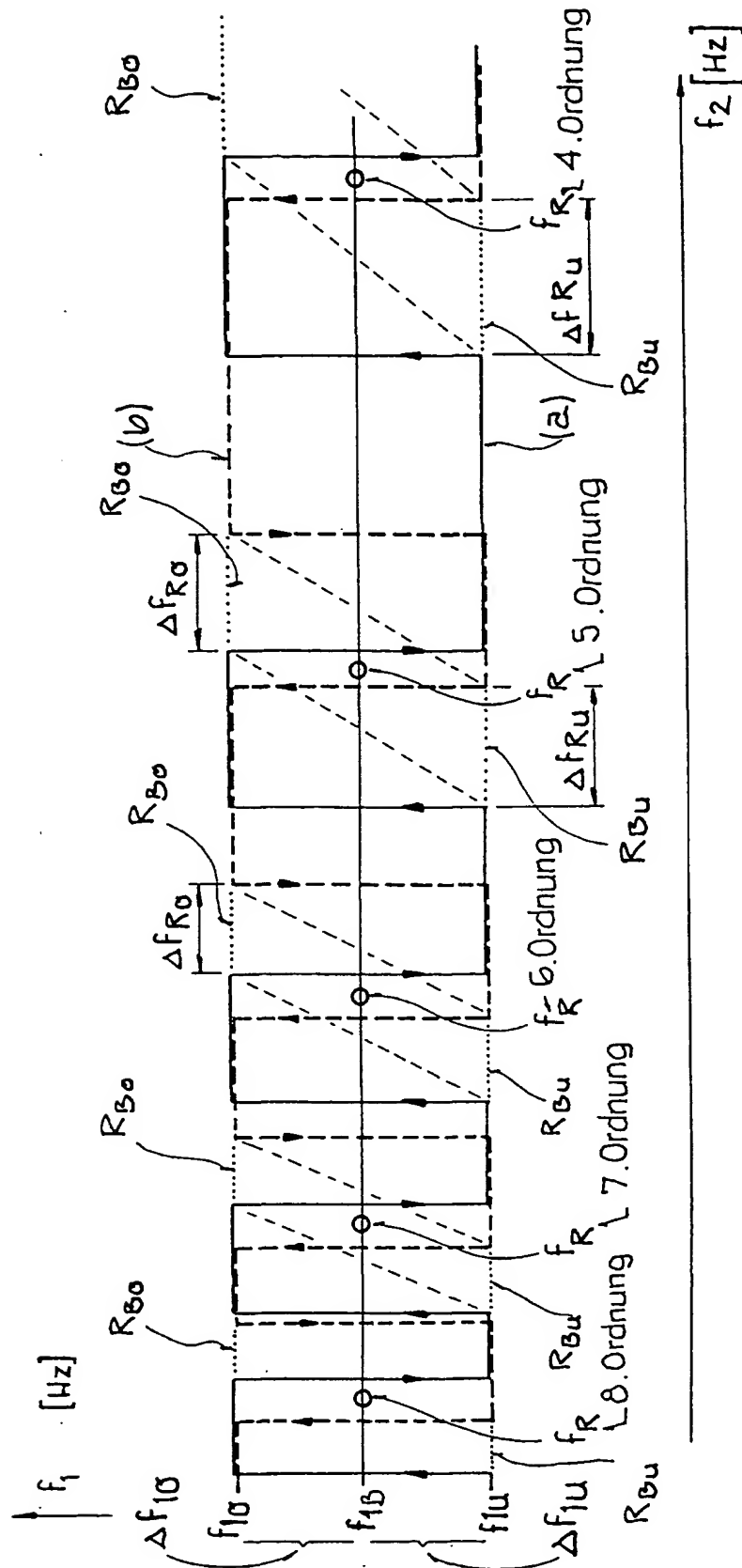


FIG. 2